

**ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Арутюняна Давида Арменовича
на тему: «Динамика квазигеострофического эллипсоидального вихря в
баротропном и бароклинном потоках»
по специальности 1.6.17 – Океанология**

Диссертационная работа Д.А. Арутюняна посвящена исследованию динамики и энергетики квазигеострофического эллипсоидального вихря в баротропных и, что особенно важно, бароклиных потоках. Она обладает безусловной актуальностью, поскольку подобные мезомасштабные вихри повсеместно встречаются в Мировом океане, как это показывают многочисленные экспедиционные исследования, и во многом определяют динамику и энергетику вихревых процессов, происходящих в нем.

Работа состоит из Введения, трех результативных глав, Заключения, полезного списка сокращений и условных обозначений и, наконец, списка литературы из 79 наименований. Общий объем диссертации составляет 120 страниц.

Во Введении обосновывается актуальность темы диссертации, дается достаточно полный обзор литературных источников по тематике исследования, формулируются цель и задачи диссертационной работы, указывается научная новизна полученных в работе результатов и их практическая значимость, характеризуются методология и методы исследования, приводятся основные положения, выносимые на защиту, указывается на достоверность полученных результатов, описывается апробация работы и указывается список публикаций по материалам работы из 5 статей, индексируемых по базам данных РИНЦ, Scopus и Web of Science, формулируется личный вклад автора и, наконец, говорится об объеме и структуре диссертационной работы.

Глава 1 посвящена исследованию эволюции эллипсоидального вихря в бароклинном потоке с вертикальным сдвигом скорости. Здесь автор на

основе предыдущих работ своего научного руководителя с его соавторами включил в общую теоретическую схему взаимодействие эллипсоидального вихря с внешним потоком, обладающим постоянным вертикальным сдвигом скорости. Полученная при этом система пяти обыкновенных дифференциальных уравнений очень сложна, не поддается аналитическому решению, и поэтому единственным конструктивным подходом является применение численных методов, что и было выполнено автором в многочисленных численных расчетах, результаты которых составляют основное содержание диссертации.

В Главе 2 анализируется временная эволюция энергии эллипсоидального вихря при его вытягивании в баротропном и бароклинном потоках.

Наконец, Глава 3 посвящена исследованию временной эволюции безразмерного числа Россби в эллипсоидальном вихре при вытягивании последнего в баротропном и бароклинном потоках.

В Заключении приводятся основные результаты проведенного исследования.

В соответствии с общей структурой диссертации, автор защищает следующие основные научные положения:

1. Существуют три режима поведения вихря в бароклинном потоке с вертикальным сдвигом: режим выживания, режим конечного времени жизни и режим неограниченного вытягивания (Глава 1).

2. При вытягивании энергетика вихрей деградирует как в баротропных, так и в бароклиных течениях. Ключевым механизмом взаимодействия является перекачка энергии от вихря к течению, что обуславливает проявление обратного энергетического каскада (Глава 2).

3. В бароклинном потоке во всех режимах вихрь остается геострофическим. В баротропном потоке с вытягиванием вихрь переходит в агеострофическое образование (Глава 3).

Справедливость этих положений обеспечивается основными научными результатами, полученными в работе. Эти результаты, безусловно, достоверны и имеют несомненную теоретическую и практическую значимость для океанологии, подчеркивая принципиальную важность учета бароклинности океана при анализе и диагнозе динамических вихревых процессов в нем.

Диссертационная работа четко структурирована, написана в целом хорошим языком, содержит новые важные научные результаты, вносящие вклад как в геофизическую гидродинамику в целом, так и в динамическую океанологию, в частности. Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание.

К работе имеются два основных замечания/пожелания.

1. В то время как разграничение режима «выживания» (неограниченного по времени существования вихрей) от двух остальных режимов не вызывает никаких сомнений, принятая в работе граница между режимами конечного времени жизни и «безграничного вытягивания» несколько условна. Может даже сложиться впечатление, особенно глядя на рис. 43, что различие между этими режимами не столько качественное, сколько количественное. Поэтому в будущем желательны некоторые дальнейшие численные эксперименты по уточнению положения этой границы и свойств перехода между двумя указанными режимами.

2. В работе, по сути, фигурируют два малых параметра (числа). Во-первых, это число Россби, определяемое отношением вертикальной компоненты относительной завихренности к параметру Кориолиса, и во-вторых, отношение потенциальной завихренности в ядре вихря к параметру Кориолиса. Поскольку второй параметр является очевидным инвариантом по отношению к вытягиванию вихря, было бы желательно видеть в работе гидродинамическую интерпретацию (в терминах сохранения потенциальной завихренности) кардинального отличия в поведении числа Россби при

вытягивании вихря в потоке с, соответственно, горизонтальным и вертикальным сдвигом скорости.

Имеются также чисто редакционные замечания.

1. В формулах (2), (55), (56), (60) присутствуют небольшие описки.

2. На некоторых рисунках (например, рис. 22) трудно читаются обозначения у координатных осей.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.17 – Океанология (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Арутюнян Давид Арменович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.17 – Океанология.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник
Лаборатории геофизической гидродинамики
Федерального государственного бюджетного учреждения
науки «Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова
Российской академии наук»

КУРГАНСКИЙ Михаил Васильевич

18 ноября 2025 г.

Контактные данные:

тел.: [REDACTED], e-mail: kurgansk@ifaran.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

04.00.22 – Геофизика

Адрес места работы:

119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 3, стр. 1,
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «ИНСТИТУТ ФИЗИКИ АТМОСФЕРЫ
им. А.М. ОБУХОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»,
Лаборатория геофизической гидродинамики
Тел.: 7(495)9515565; e-mail: kurgansk@ifaran.ru

Подпись сотрудника

ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ «ИНСТИТУТ ФИЗИКИ АТМОСФЕРЫ
им. А.М. ОБУХОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

М.В. Курганского удостоверяю:

Ученый секретарь ИФА им. А.М. Обухова РАН
к.ф.-м.н.



Ю.В. Киселева

18.11.2025